

島津製作所社製 DIGITEX PREMIER Safire における被ばく低減の取り組み ユーザーの立場から

(財)平成紫川会 小倉記念病院 放射線技師部 松崎 静信

はじめに

近年、心臓カテーテル検査室における IVR は経皮的冠動脈形成術 (PCI) をはじめとし経皮的血管形成術 (PTA)、大動脈ステント (TEGP) など、使用器材・装置の飛躍的な進歩にともないめざましい発展をとげている。特にアブレーションカテーテルによる不整脈治療 (CA:カテーテルアブレーション) は、侵襲性が低く、局所麻酔での治療が可能であるためその症例数は増加している。しかし、IVR の発展と共に被ばくの問題は深刻になっており、透視時間や撮影回数が増大にともなう放射線障害が問題となっている。

当院では 2003 年 3 月に FPD 搭載型デジタルシネアンギオ装置 DIGITEX PREMIER Safire (図 1) を導入し、これまでに FPD システムと従来の I.I-CCD カメラシステムとの評価を行い学会等で発表してきた。2004 年 10 月にあらたに不整脈治療のための心臓カテーテル室に FPD 搭載型デジタルシネアンギオ装置 DIGITEX PREMIER Safire を導入した。そこで、



図 1

CA 施行時の透視線量、確認撮影に関して被ばく線量の低減を医師、島津製作所と共同に取り組んできたので紹介する。

心臓カテーテル検査の現状

当院では、年間約 9000 件のカテーテル検査が行われている。2005 年度の CA は 320 件行われ、CA 時の平均透視時間は 34.49 分と他の検査に比べ長くなっている。表 1 に CA の症例別の検査時間、平均透視時間、面積線量形での吸収線量を示した。表 1 より当施設で最も放射線障害が懸念されているのは、発作性心房細動 (PAf) の治療である。(PAf) 治療の場合、通常両側の PV

2005.6月～11月 6ヵ月

	件数		検査時間(分)	透視時間(分)	吸収線量(Gy)
PSVT	51	平均	90.5	23.4	0.293
AT EAT	16		189.9	26	0.272
AFL	23		110.1	26.8	0.331
Paf Af	39		231.5	58.9	0.604
VT PVC	22		173.9	24.6	0.449
重複	15		228.7	56.5	0.554
	166件	平均	170.8	36	0.417

表 1 症例別透視時間

島津製作所社製 DIGITEX PREMIER Safire における被ばく低減の取り組みユーザーの立場からアイソレーションを施行するため、アブレーション回数が多くなり、透視時間、撮影回数ともに増加する傾向にある。

被爆低減の取り組み

直接変換方式 FPD はダイナミックレンジが広いこと I.I-CCD システムで生じるハレーションがなく視認性に優れている。臨床的には、微細血管やインターベンションデバイス（ステント、ガイドワイヤー）の視認性が飛躍的に向上した。特にアブレーションカテーテル（7Fr：2.31mm）は線量を下げても視認性は劣化しない。

取り組みの第1段階として、従来の3種類のパルス透視モード（HS - 30fps、H - 15fps、N - 15fps）に加え NS - 15fps（メーカー公証HSの37%）モードを追加した。

第2段階として、各パルス透視モードに線量率を5段階に変更できるように設定した。

第3段階として追加したNSパルスモードのパルス数を可変設定（パルス数15・10・7.5・6・5・3・2・1）出来るようにした。次に、確認撮影に関しての被ばく低減の取り組みとして、CAではアブレーション時のカテ先端確認撮影を施行する。特にPaf治療でのPVアイソレーションでは約70回以上のアブレーションを施行するため、透視時間が長くなり、確認撮影回数も非常に多くなるため被ばく線量が多くなる。通常シネオート撮影を0.5sec（7~8コマ）行っていたが、Digital One Shotモードでマニュアルシングル撮影を行うことで被ばく線量を低減する。患者の推定被ばく線量の管理は、面積線量計（PTW DIAMENTOR M4）の読値からの計算値で求め管理を行う。

装置概要

島津製作所社製 DIGITEX PREMIER Safire

- ・ X線変換方式 直接変換型
- ・ X線変換 a-Se（1000μm）
- ・ FOV 220mm×220mm（150μm/Pixel）
- ・ 画素数 1536×1536
- ・ グリッド制御方式低線量パルス透視
- ・ MBH（Multi Beam Hardening）フィルター

基礎検討

基礎検討として、I.I-CCDシステムとFPDシステムの比較を行った。

- 1、Grid（1cm×1cmの格子）を用いて画像の歪をI.I-CCDシステムとFPDシステムで比較する。
- 2、九州循環器撮影研究会作成のX線画像評価用QCファントムを用いて透視、撮影の解像度、粒状性、コントラストの評価を行う。（透視、撮影の条件はAUTOとする）
- 3、分解能チャートを用いて透視、撮影の解像度の視覚評価を行う。
- 4、線量率測定は電離箱線量計で吸収線量を測定し評価を行う。

QCファントムによる比較は放射線技師5名による視覚評価を行う。各ピアノ線、フィルム片を観察し5段階で評価を行う。図2に線量率測定の幾何学的配置を示した。SIDを100cmとしコリ

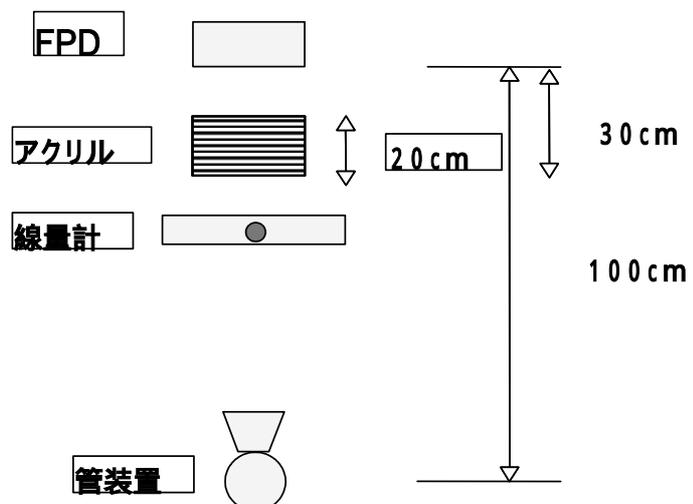
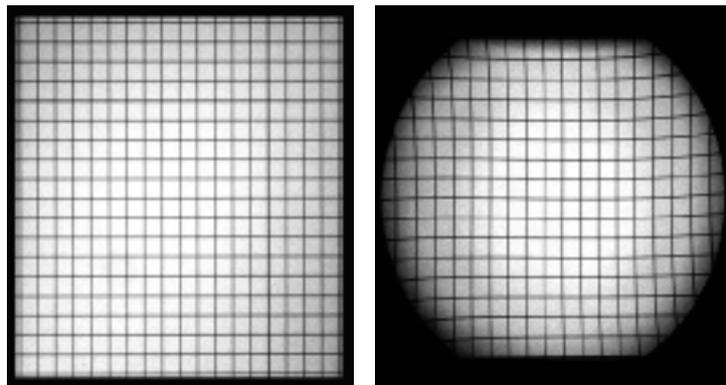


図2 線量率測定の幾何学的配置

メータ全開にし、濃度補償フィルターを除去して電離箱線量計を用いて条件 AUTO で行う。

結果

- 1、図 3 に示すように画像歪は I.I-CCD システムでは周辺部に歪を生じたが、FPD システムでは歪は生じない。
- 2、QC ファントムを用いた画質評価は、透視像では解像度の大きな差はなく、粒状性、コントラストは FPD システムが優れていた。
- 3、図 4 に示すように FPD システムは、分解能チャートにおいても 3.2LP/mm 以上の高分解能が得られた。
- 4、吸収線量の測定においては I.I-CCD システムの連続透視 (27.13mGy/min) と FPD システムの HS パルスモード (22.17mGy/min) がほぼ同等である。撮影線量においても、I.I-CCD システム (0.143mGy/pls) と FPD システム (0.124mGy/pls) がほぼ同等である。



FPDシステム

I.I - CCDシステム

図3



FPDシステム

I.I - CCDシステム

図4

基礎検討

基礎検討 として、FPD システムの評価を行う。

- 1、FPD システムの 9 インチパルス透視モードの各モードでの線料率測定を行い比較する。
- 2、九州循環器撮影研究会作成の X 線画像評価用 QC ファントムを用いて透視の解像度の評価を行う。
- 3、カテ先確認撮影でのシネオート撮影と Digital one shot 撮影の線量を比較し評価を行う。

QC ファントムによる比較、線量率測定の幾何学的配置は基礎検討 と同様に行う。

結果

- 1、表 2 より、パルス透視モードの HS モードを基準にすると NS モードでは約 70% の被ばく線量の低減が可能である。
- 2、表 3 より、解像度はパルス透視モードの HS モードを基準にすると NS モードでは約半分になる。
- 3、表 4 より、Digital One Shot モードでマニュアルシングル撮影を行うことで被ばく線量を約 30% 低減できた。

透視モード	HS(30f)	H(15f)	N(15f)	NS(15f)
条件(Auto)	72 kV 14mA	71 kV 12mA	72 kV 9.0mA	82 kV 3.8mA
線料率	22.17mGy/min	17.39mGy/min	12.26mGy/min	6.87mGy/min
	100%	78%	55%	31%

表2 FPDシステムの線量率測定

臨床評価

FPD システムの低線量モード(追加した NS パルスモードのフレームレートを 15fps、10fps、7.5fps、5fps)について臨床評価を行う。評価者は循環器科の CA 担当医師 2 名で行う。

HS	H	N	NS-2
4.2	3.9	3.9	2.5

表3 各パルス透視モードの解像度

Digital cine (シネオート撮影) 0124mGy/pls × 30コマ = 3.72mGy
↓ 約30%減
Digital one shot (マニュアルシングル撮影) S 95kV 800mA 8ms A-P 0.95mGy M 95kV 800mA 12ms A-P 1.45mGy L 95kV 800mA 16ms A-P 1.95mGy

表4 FPDシステムの線量率測定

結果

NS パルスモードでのアブレーションカテーテルの視認性は問題がないという評価である。フレームレートに関しては 7.5fps 以下になるとカテーテル操作と画像の動きに時間的ズレを感じ操作が困難になる。表5より、発作性心房細動(PAF)の治療の場合、NS パルスモードのフレームレート10で行った場合には、HSモードのD-0を基準とすると約80%の被ばく低減が可能になる。

まとめ

今回追加された低線量モードは FPD の特徴(低コントラストに優れたワイドラッチャード、高い空間分解能、感度特性)を有効に利用して、検査・治療に十分応えうることの出来る画質まで線量率を抑えることが出来た。また検査ごとにパルス数や、フレームレートを変更することで患者様を始め術者・医療スタッフの被ばくの低減に有効であり、検査、治療の質の向上につながると思われる。

今後の取り組みとして、Digital One Shot モードの線量を更に低くすることが可能と思われるため検証していきたいと思う。また、現在開発中の装置では透視画像を取り込みDICOM保存が行えるようになっているので、この機能を使用すれば更なる被ばく低減が可能になると思われる。今後とも被ばく線量の低減に取り組んでいこうと考えます。

最後に、今回この機会を与えてくださった全国循環器撮影研究会のみなさまに深謝いたします。

		(連続透視)	88%				
(目安)	胸厚 (cm)	以下	20	22	24	以上	
	Density (線量)	-2	-1	0	1	2	
検査内容 (9inch)	(パルス透視)						
	HS (ハイスピード)	#	76%	87%	100%	118%	133%
PPI	H (ハイクオリティ)	#	54%	63%	72%	85%	96%
Biv	N (ノーマル)	#	44%	51%	58%	65%	73%
CA	NS (ノーマルスロー)	#	15%	18%	20%	23%	25%

表5 FPDシステムの線量率